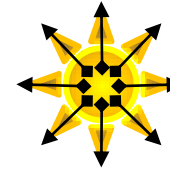


Regelbare erneuerbare Energien für eine gelungene Energiewende



FLEXIBLE SOLAR LINKS

DISPATCHABLE SOLAR POWER
FROM DESERT REGIONS
FOR A BALANCED ELECTRICITY MIX

IDEEN 2020 – Haus der Wirtschaft

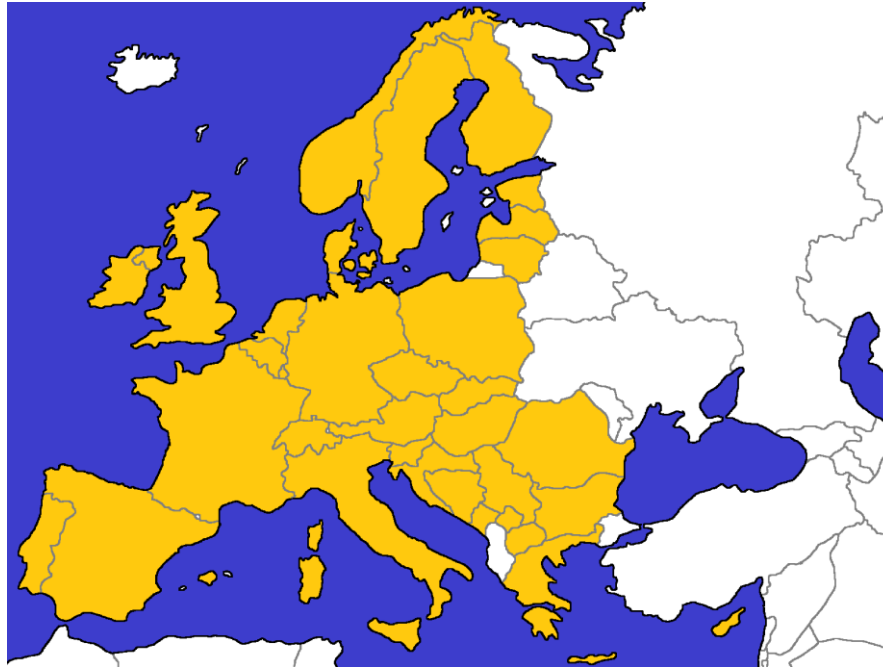
Dipl.-Ing. Denis Hess
Stuttgart, den 08.04.2014

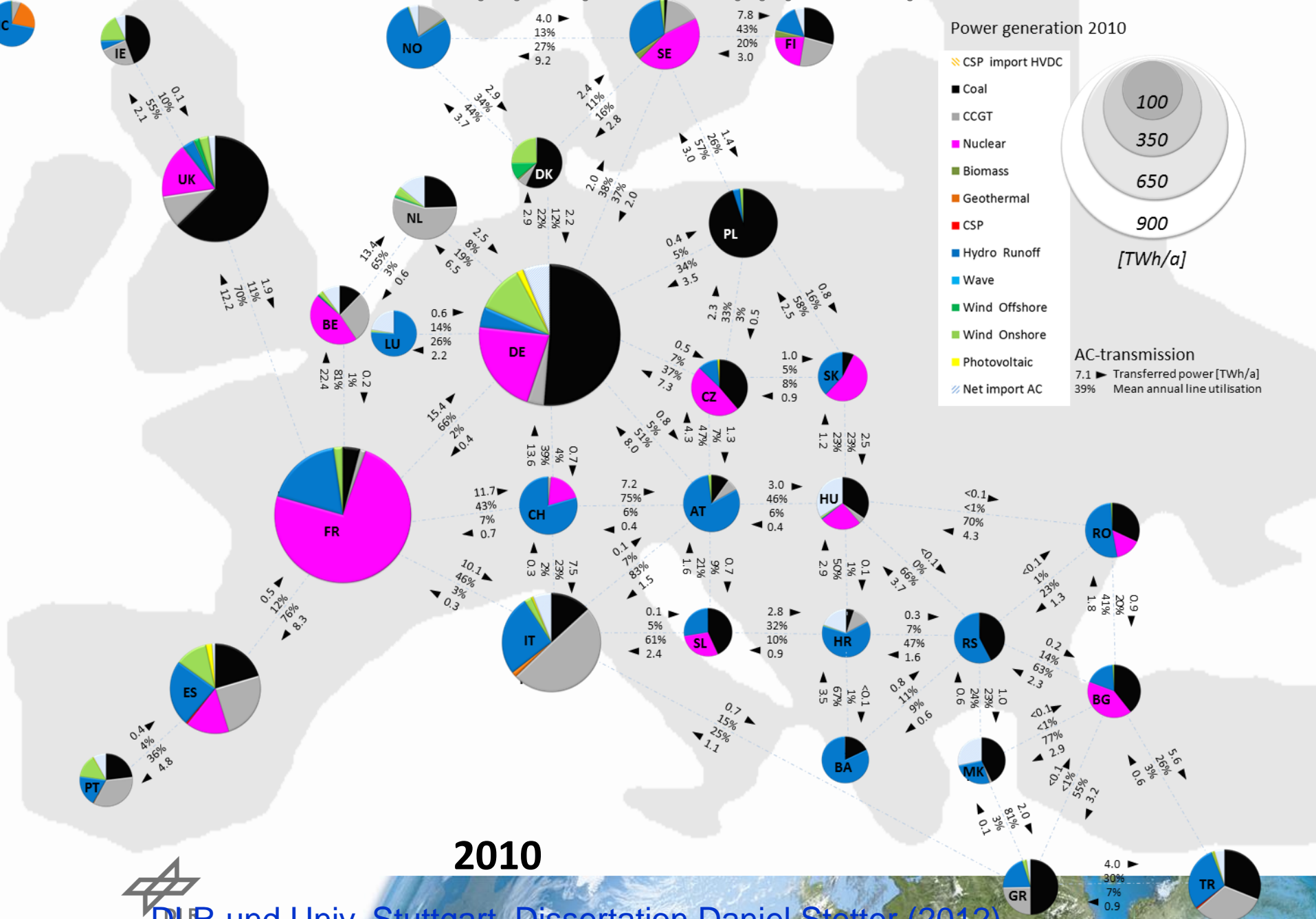


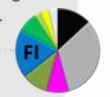
Wissen für Morgen



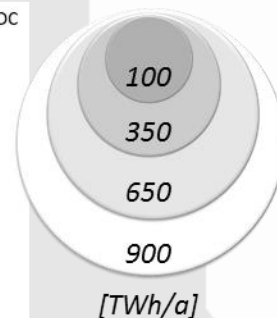
Der Strom-Mix aus Europäischer Sicht





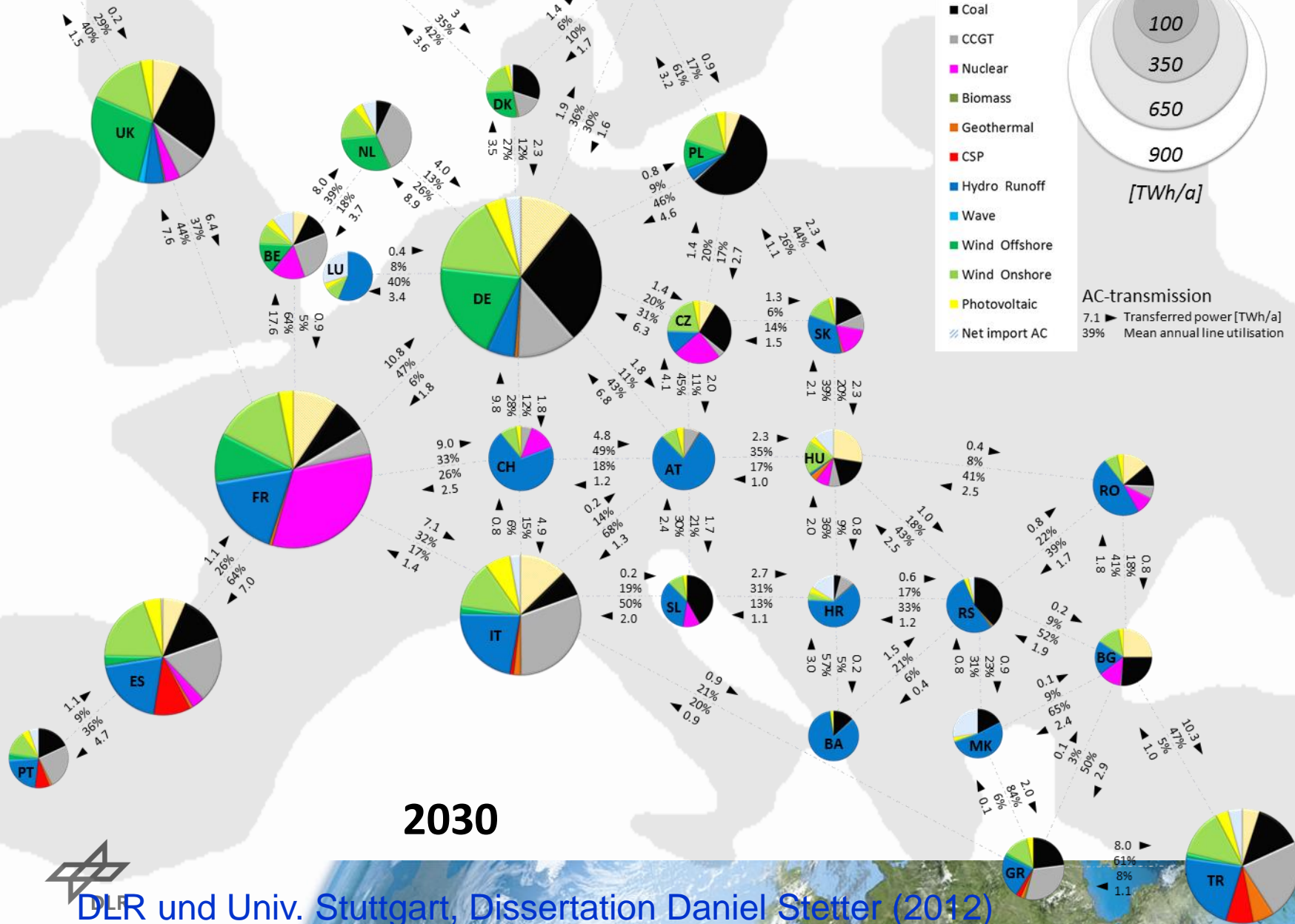


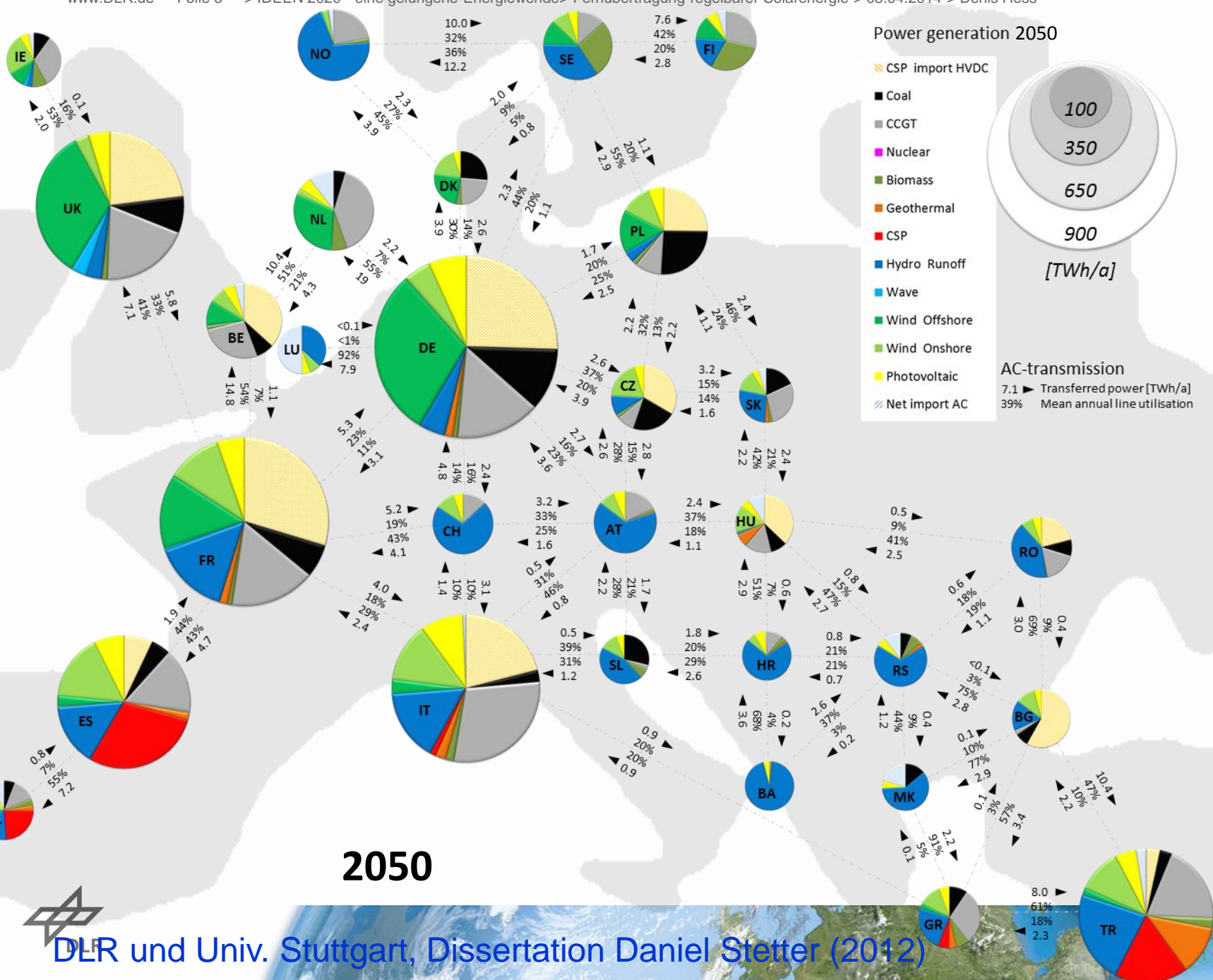
Power generation 2030



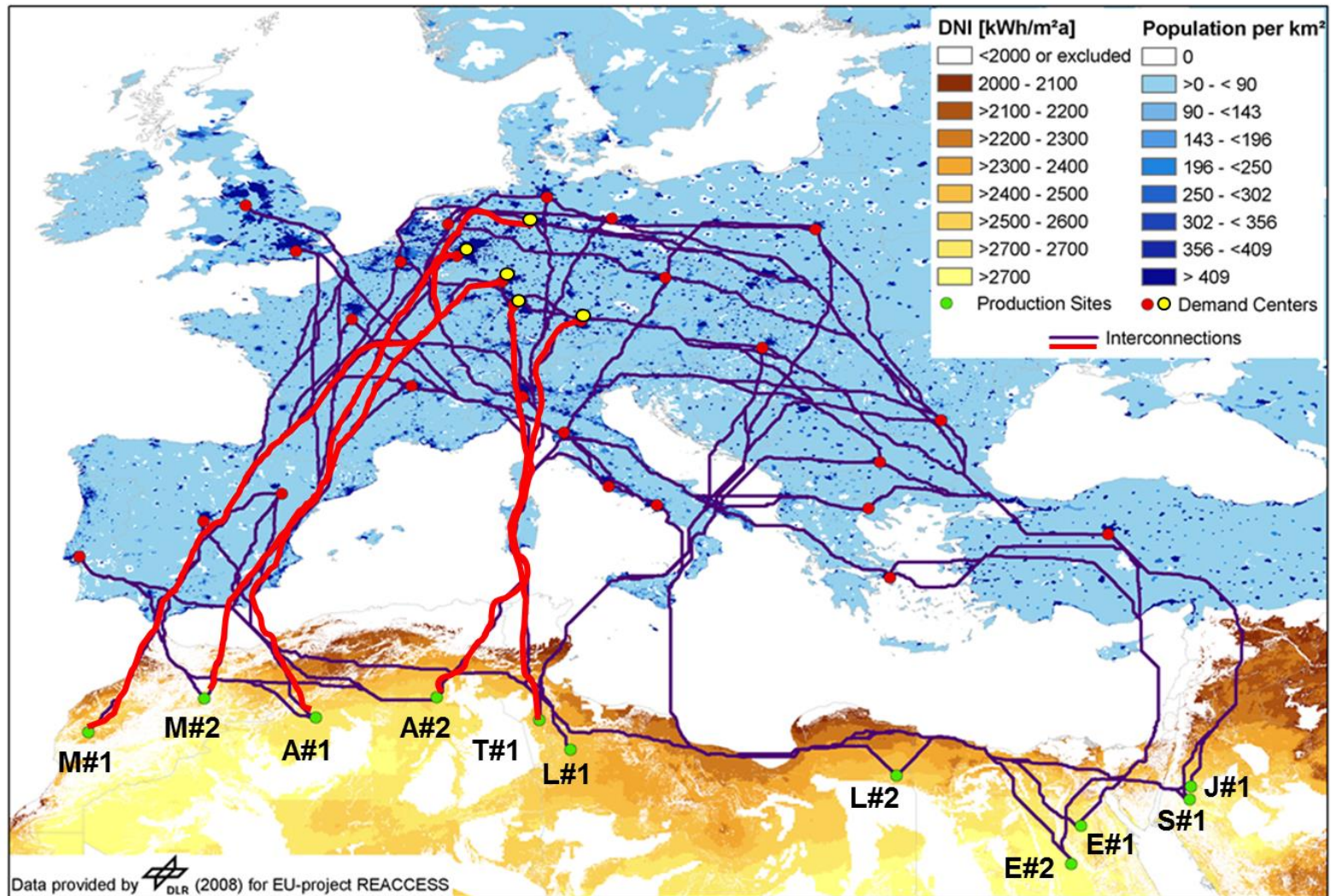
AC-transmission

7.1 ▶ Transferred power [TWh/a]
39% Mean annual line utilisation



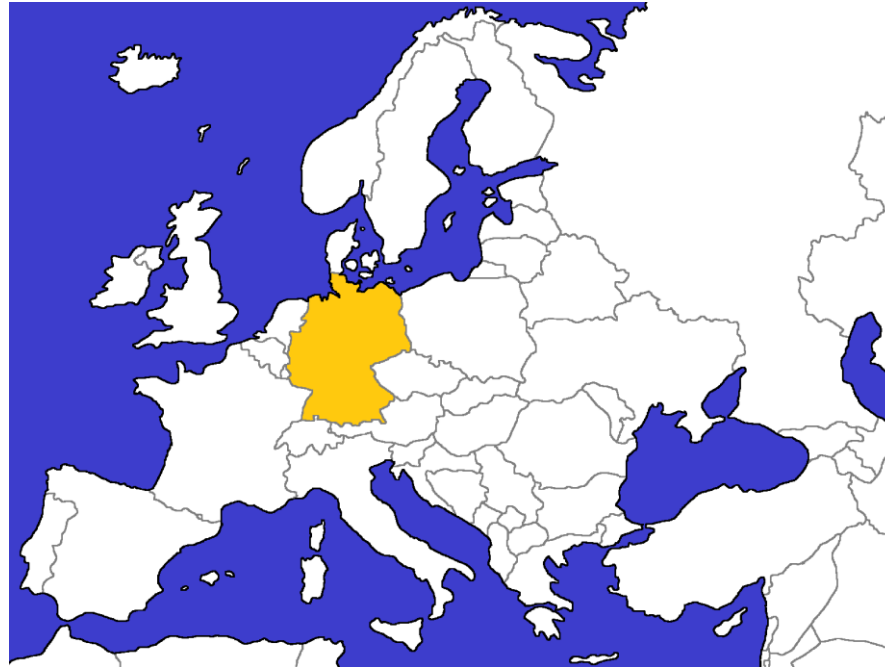


Identifikation von 33 Trassenkorridoren – REACCESS (2008)

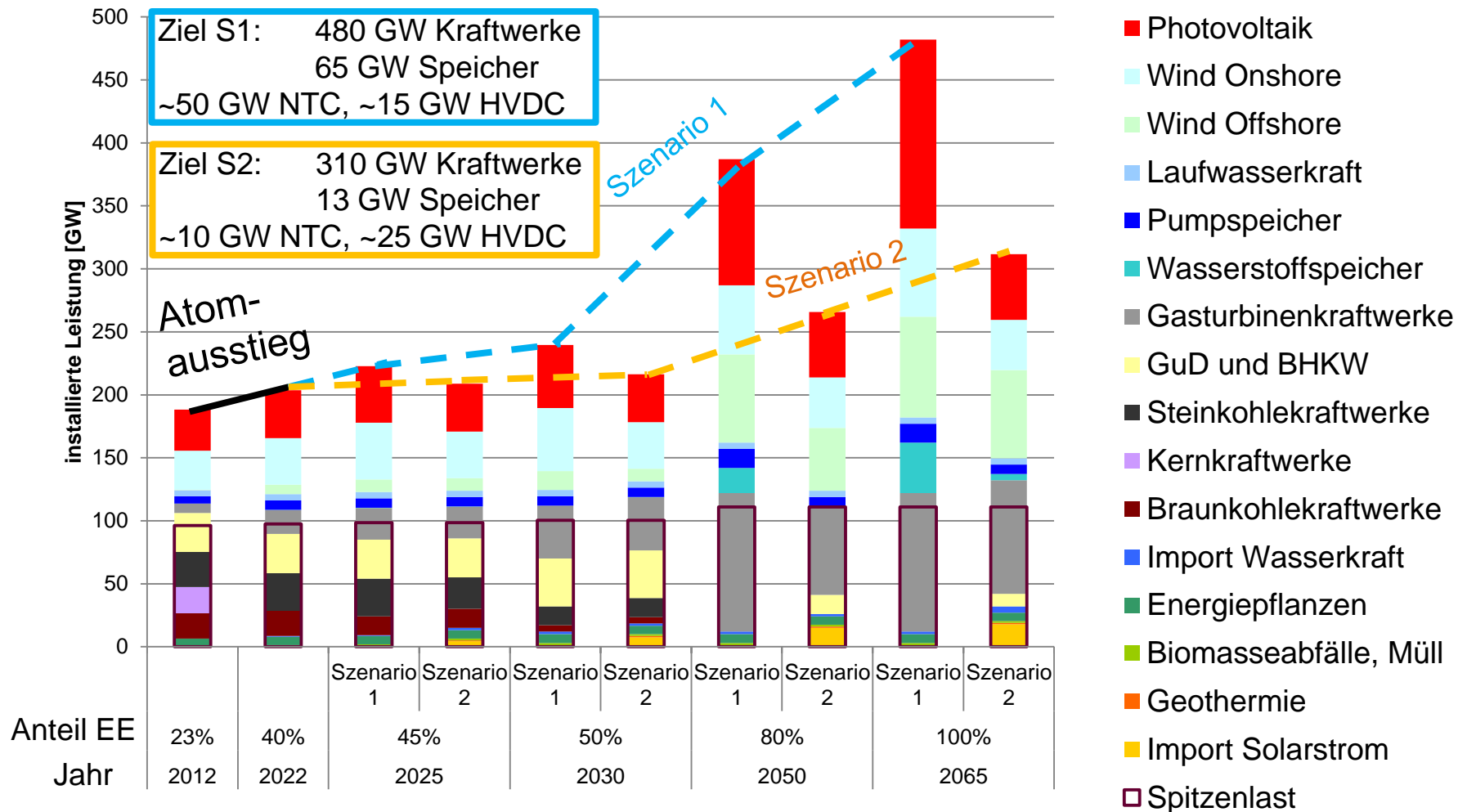


In rot: potentielle Trassenkorridore von Marokko, Algerien und Tunesien nach Deutschland

Der Strom-Mix aus Deutscher Sicht



Transformation des Energiesystems in Deutschland hin zu 100% erneuerbaren Energien für die Stromversorgung



FLEXIBLE SOLAR LINKS

DISPATCHABLE SOLAR POWER
FROM DESERT REGIONS
FOR A BALANCED ELECTRICITY MIX

Quelle: Hess, D., 2014

Gesprächspartner der Studie – Fernübertragung regelbarer Solarenergie von Nordafrika nach Mitteleuropa

Wirtschaft



Forschung



Ministerien



Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg

Genossenschaften

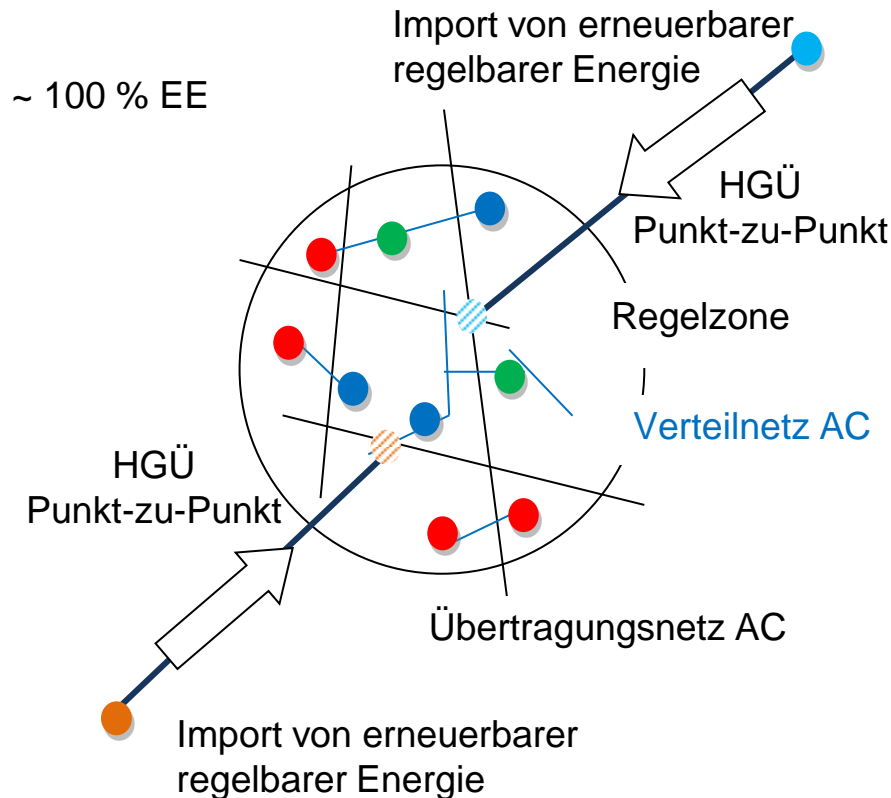


Erneuerbare Energien für Baden-Württemberg

● ● ● dezentrale erneuerbare Energien (EE) und Speicher

● ● Großkraftwerke erneuerbarer regelbarer Energien

/// /// Anschlusspunkt im Übertragungsnetz



10.8 mio. Einwohner, 80 TWh/a – im Jahr 2012

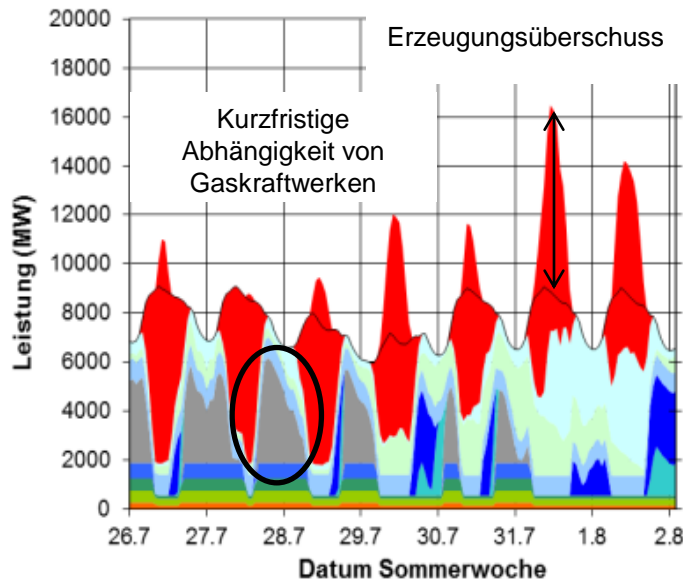
Quelle: (<http://de.wikipedia.org/wiki/Baden-W%C3%BCrtemberg>)



Quelle: Hess, D., 2013, Fernübertragung regelbarer Solarenergie

Systemproblematik in Baden-Württemberg im Jahr 2050 mit 95% erneuerbaren Energien zur Stromversorgung

installierte Leistung: 55 GW

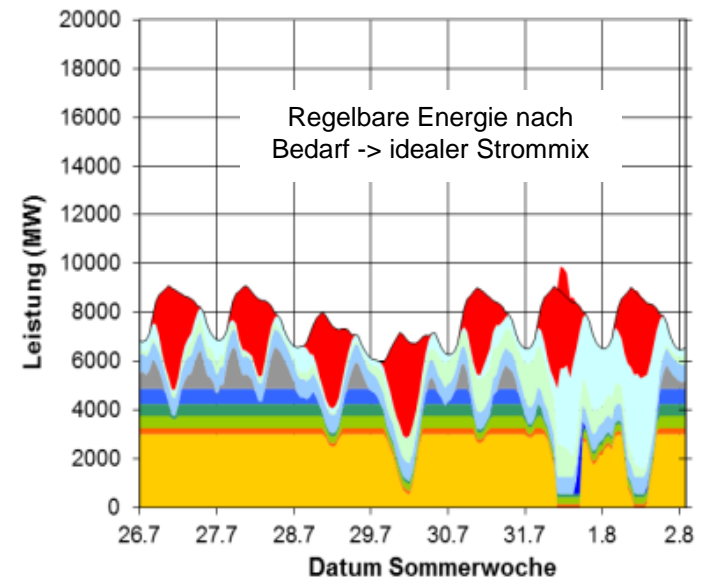


Quo
vadis?



2050
95% EE

installierte Leistung: 35 GW



■ Photovoltaik ■ Wind Onshore ■ Wind Offshore ■ Laufwasserkraft ■ Pumpspeicher ■ Wasserstoffspeicher ■ Gasturbinen
■ Import Wasserkraft ■ Energiepflanzen ■ Biomasseabfälle ■ Geothermie ■ Import Solarstrom □ Elektrische Last BW

Zwei Szenarien für das Jahr 2050, jedes mit 95% erneuerbaren Energien für die Stromversorgung Baden-Württembergs

Für die Wahl einer der Wege muss heute konkret die Entscheidung getroffen werden!



Quelle: Hess, D., Trieb, F., 2013, Fernübertragung regelbarer Solarenergie

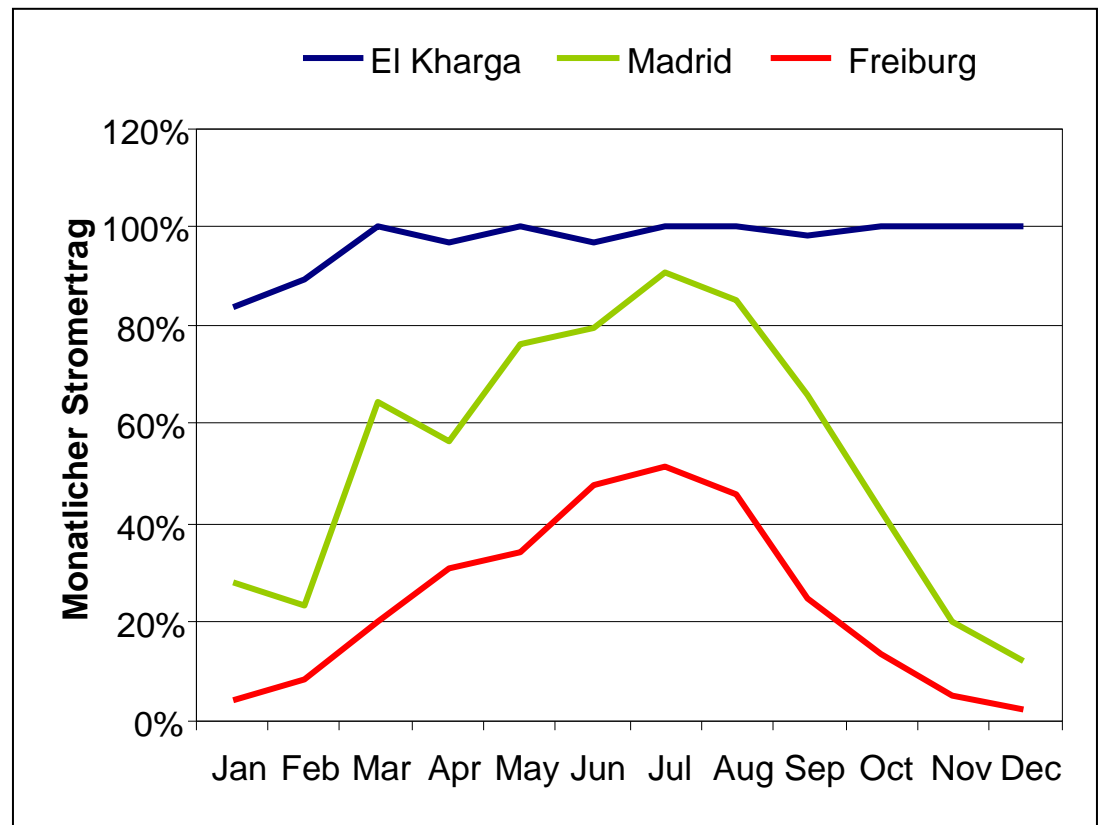
Warum CSP Importe aus Nordafrika?

Höhere Verfügbarkeit als in der EU → bedarfsgerechte erneuerbare Energie

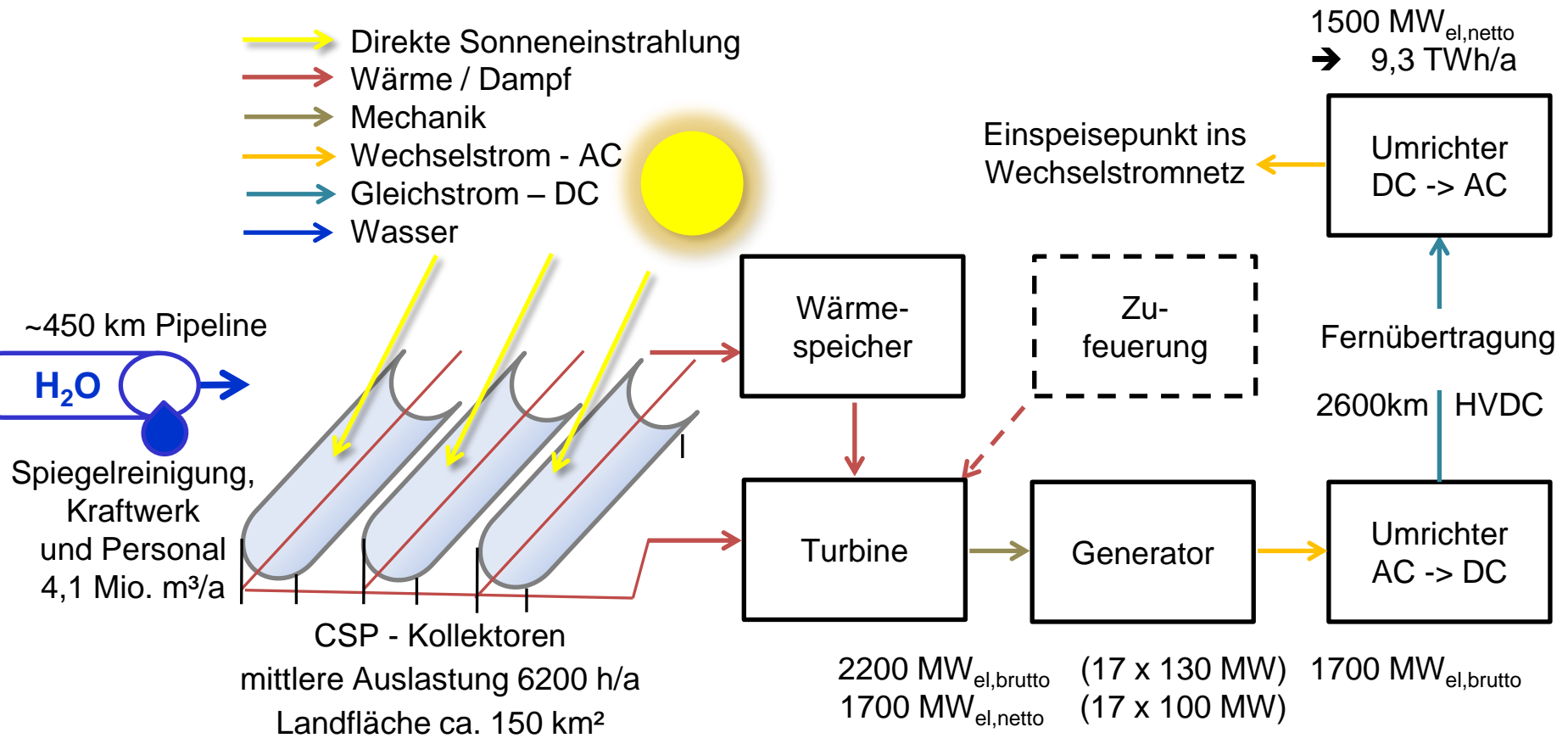
CSP mit großem Speicher
und Solarfeld an drei
unterschiedlichen
Standorten:

NA Vorteile:

- mehr Sonnentage
- geringerer Breitengrad
- ➔ konstantere saisonale Verfügbarkeit

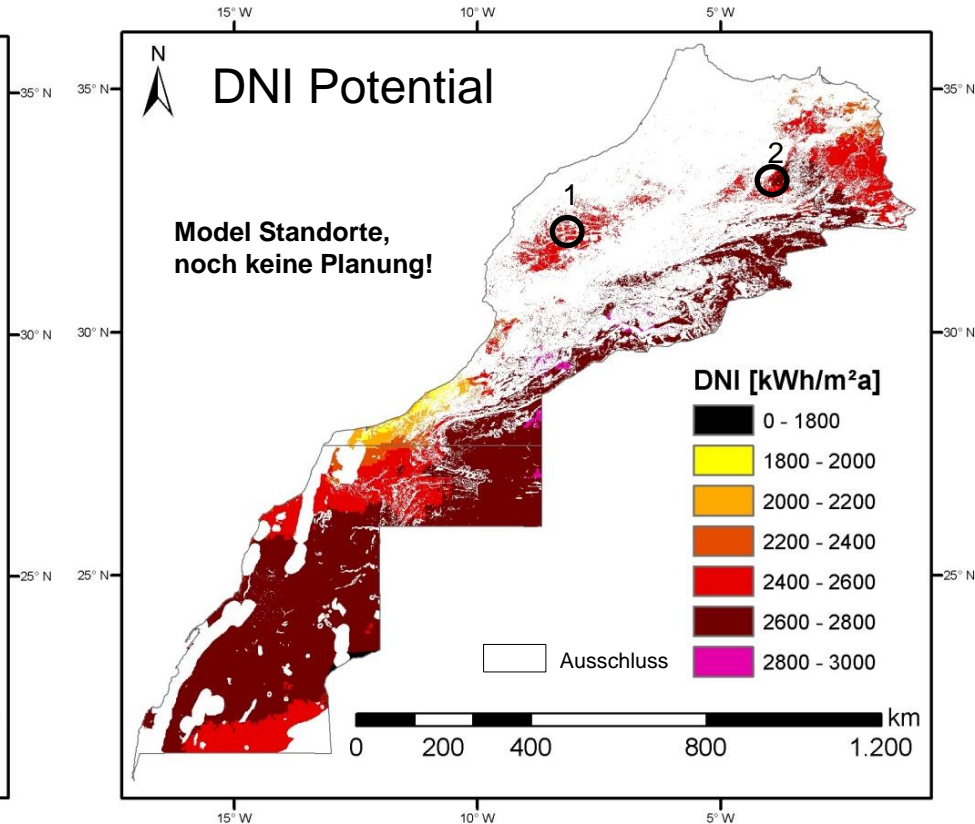
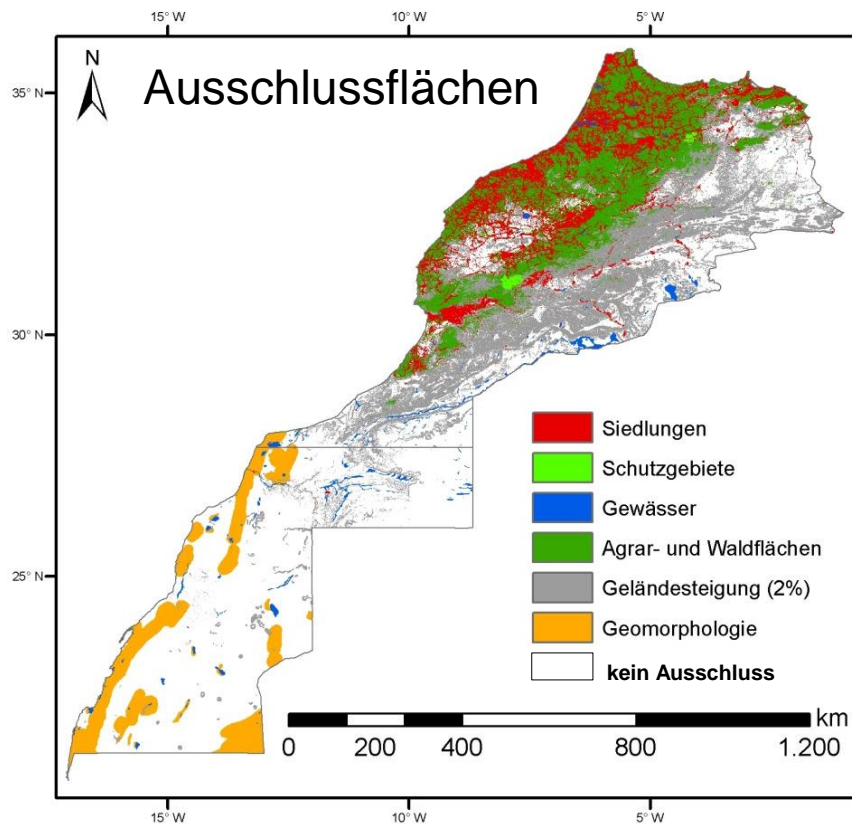


Fernübertragung regelbarer Solarenergie: CSP-HVDC Anlage



CSP: Concentrating Solar Power
HVDC: High Voltage Direct Current

CSP Modelstandorte in Marokko



Das wirtschaftliche CSP Bruttoflächenpotential im nördlichen Teil Marokkos ist ca. **18500 km²**

-> eine Anlage mit 150 km² benötigt **nur 0,8% dieses Potentials**

Erstes Bild einer CSP-HVDC Anlage, Kosten und Flächenbedarf

MOR-E-F-D

HVDC 2600 km
1,7 GW / 1,5 GW_{net}
1,9 – 5,1 Mrd.€
150 km²

CSP 2,2 GW
CSP 12 - 18 Mrd.€
150 km²

MOR-E-F-D

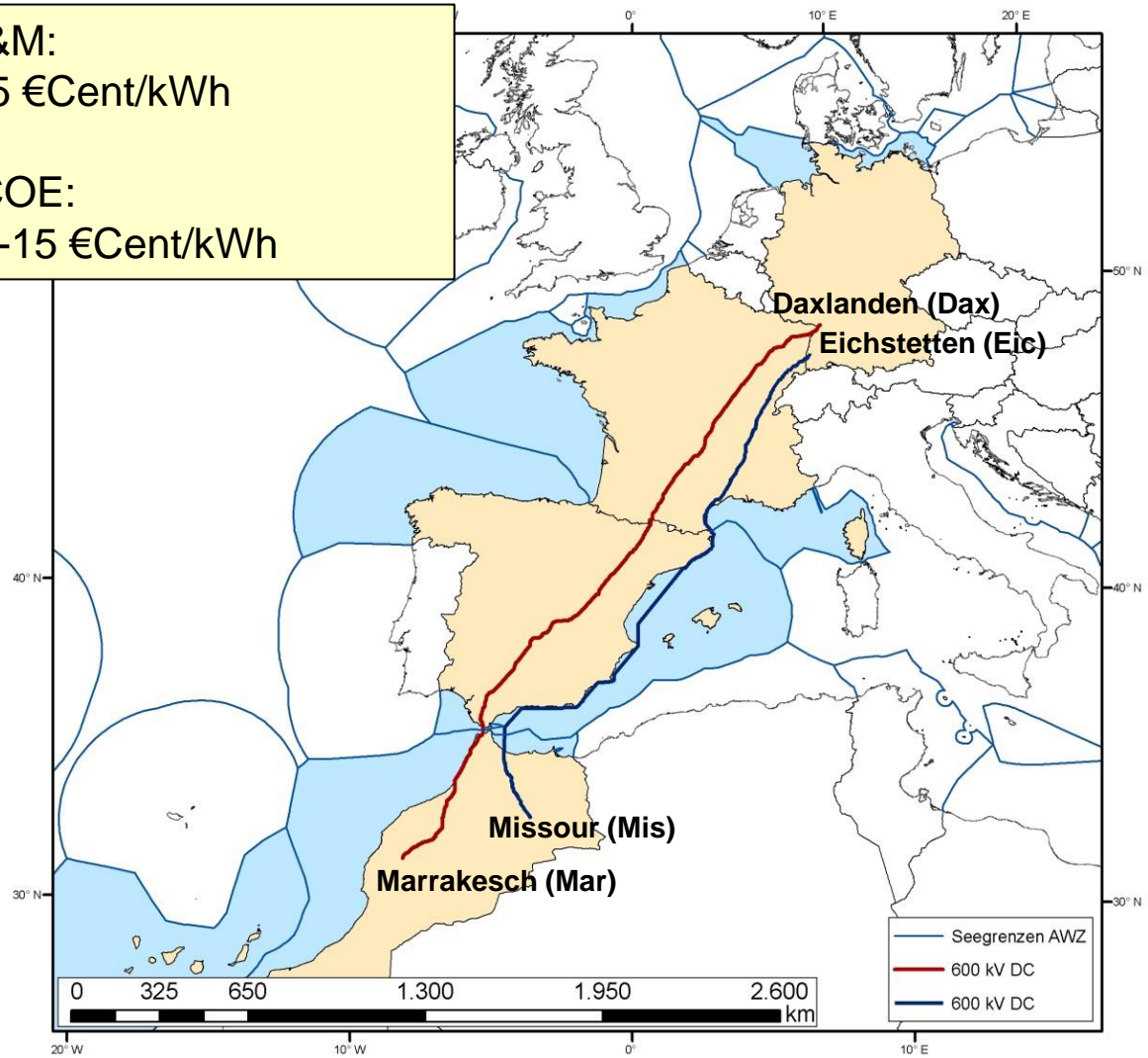
HVDC 2300 km
1,7 GW / 1.5 GW_{net}
3,7 – 4,9 Mrd.€
75km²

CSP 2,2 GW
CSP 12 -18 Mrd.€
150 km²

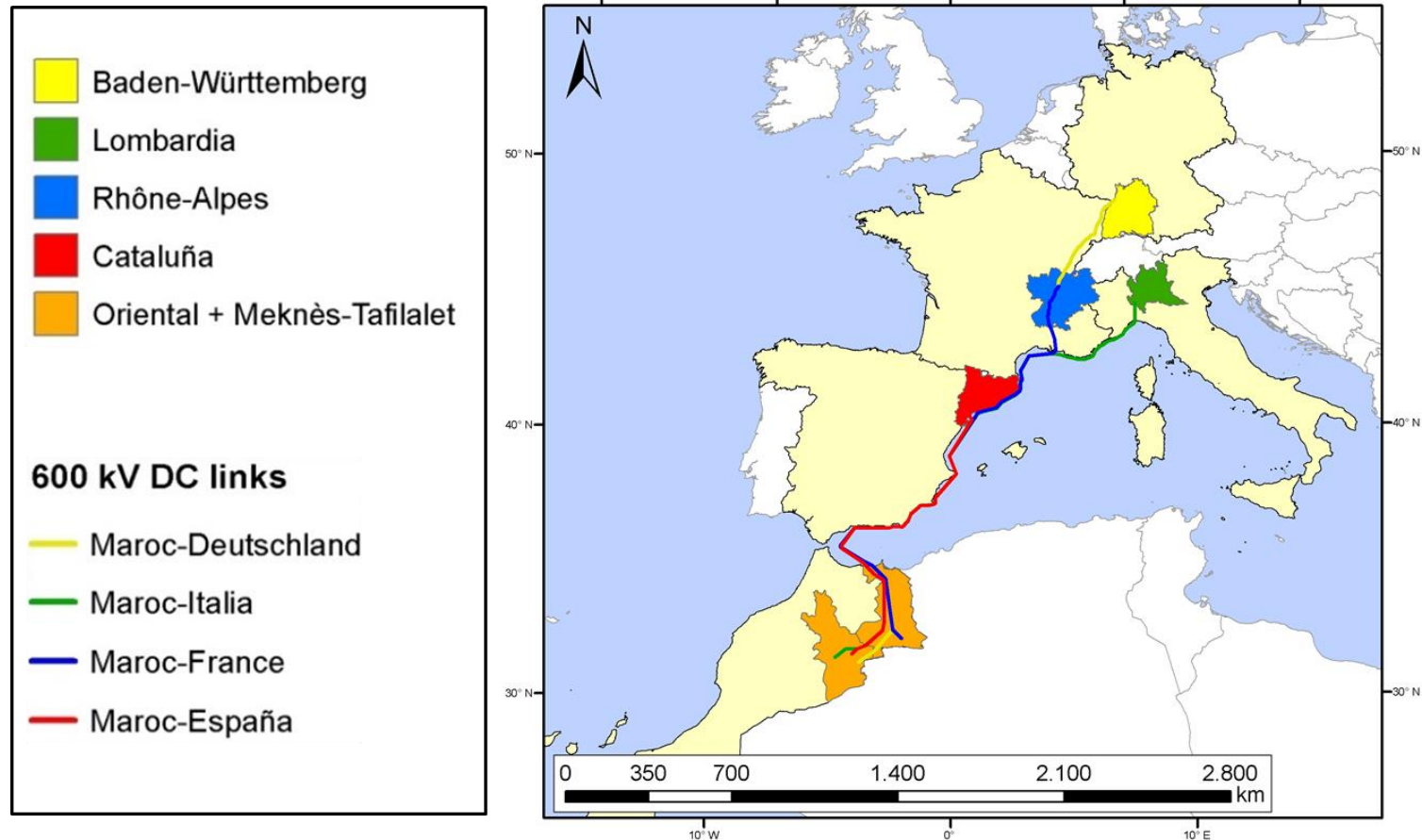
-> 9,32 TWh/a
16-24 Mrd.€ (real 2010)
machbar bis 2025

O&M:
4-5 €Cent/kWh

LCOE:
12-15 €Cent/kWh



Forschungsprojekt MEFID Solar Link



Regelbarer Solarstrom für die „Vier Motoren Europas“



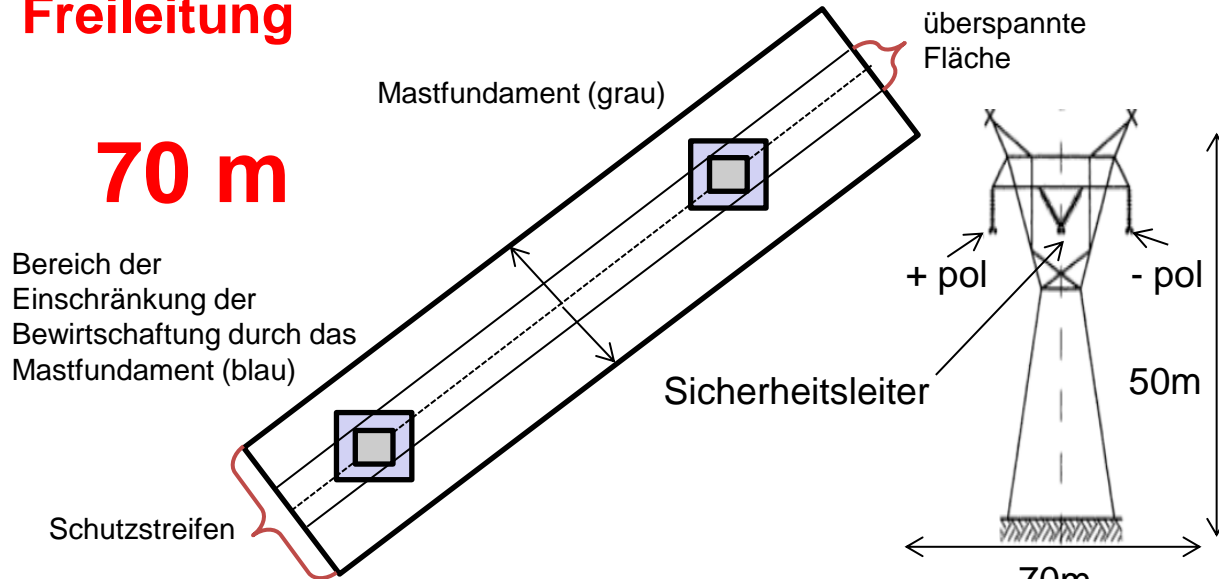
FLEXIBLE SOLAR LINKS

DISPATCHABLE SOLAR POWER
FROM DESERT REGIONS
FOR A BALANCED ELECTRICITY MIX

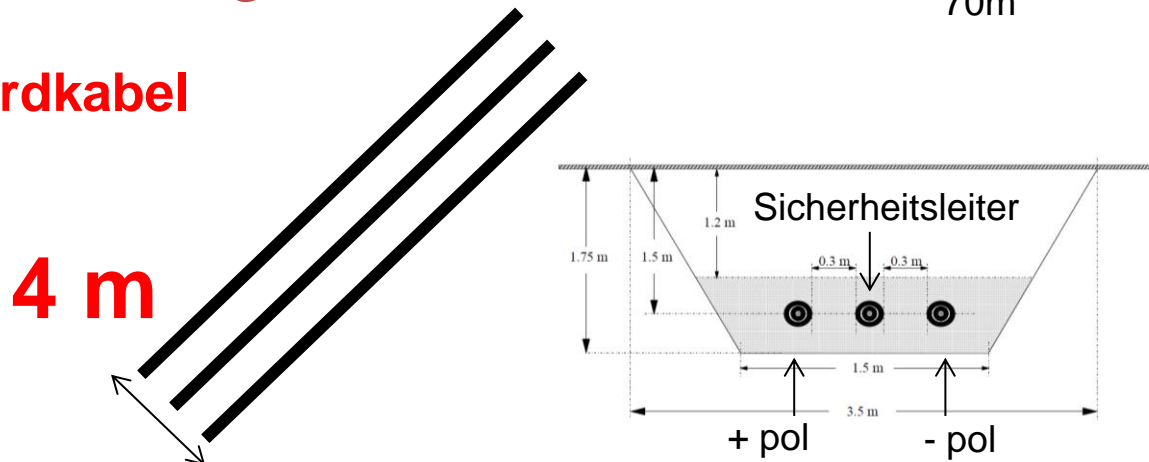
Quelle: Hess, D., 2014

Angemessene dauerhafte Zahlung auf die benötigte Fläche

Freileitung

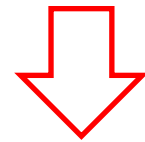


Erdkabel

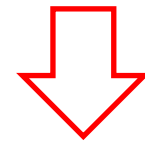


Einheit

$$\left[\frac{\text{€Cent}}{\text{TWh} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{a}} \right]$$



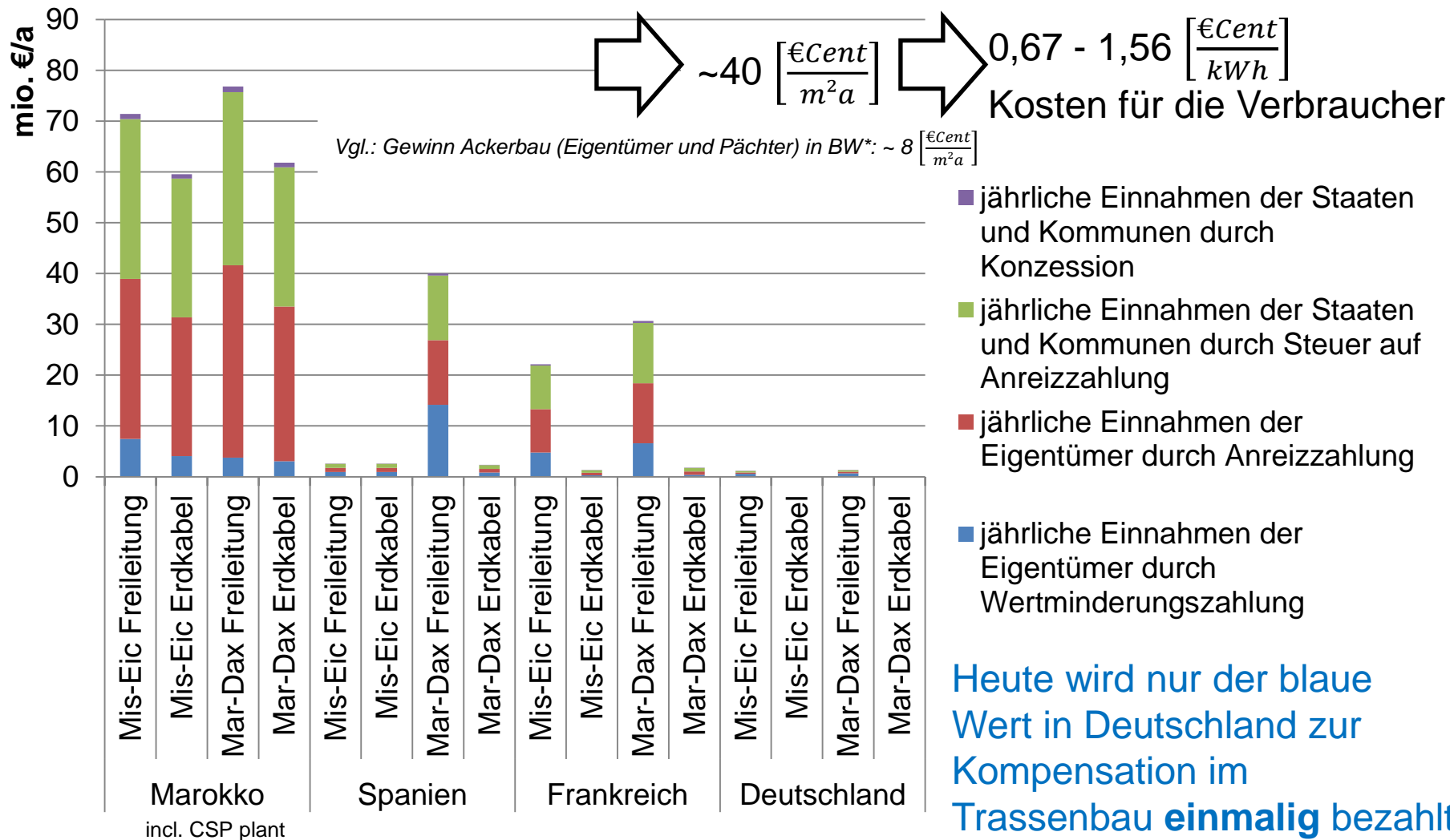
Freileitung und Erdkabel können durch diese Kompensationszahlung **Kostenneutralität** innerhalb ihrer Lebensdauer erreichen!



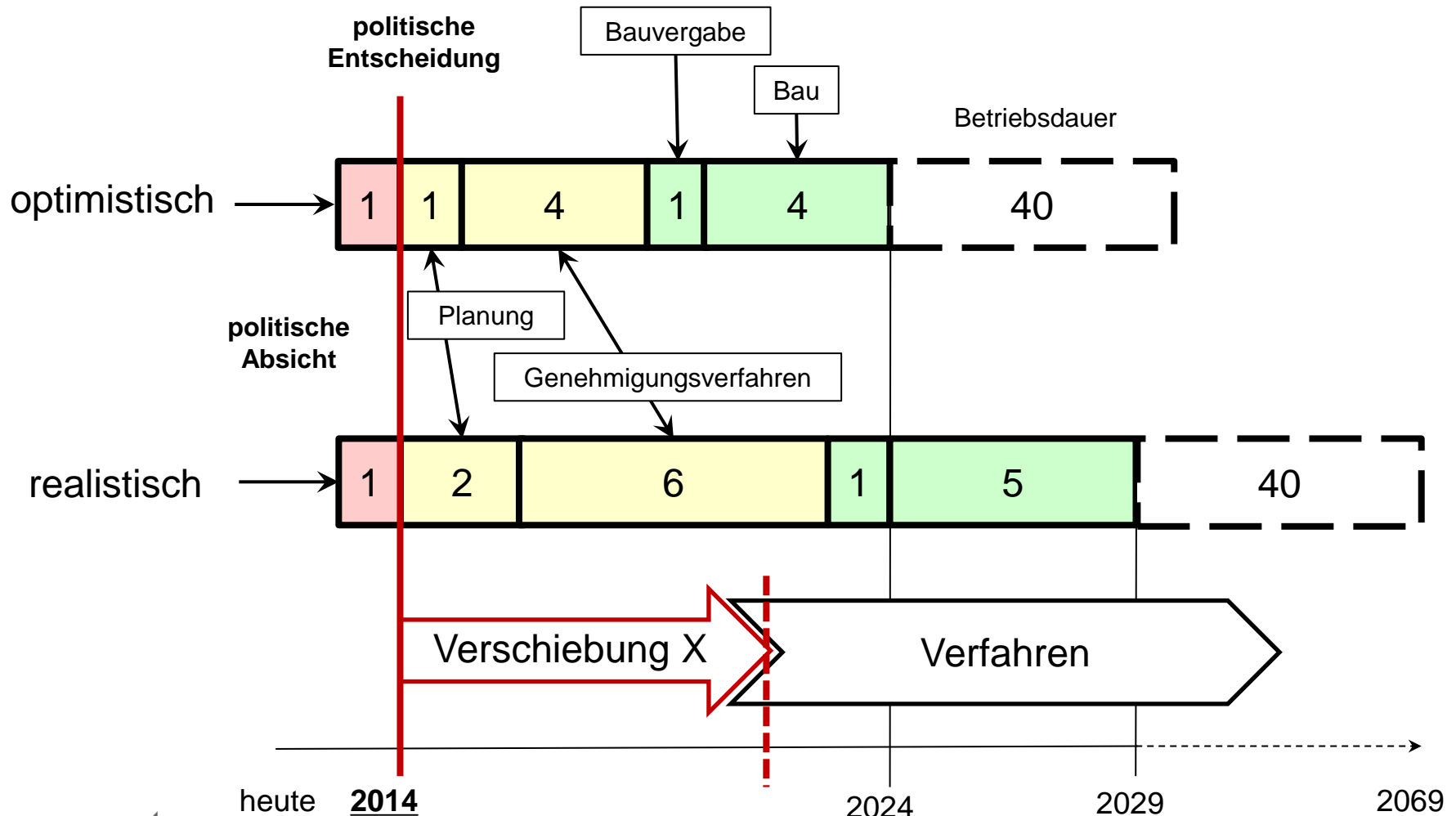
freie Technologiewahl wird ermöglicht -> Akzeptanzsteigerung



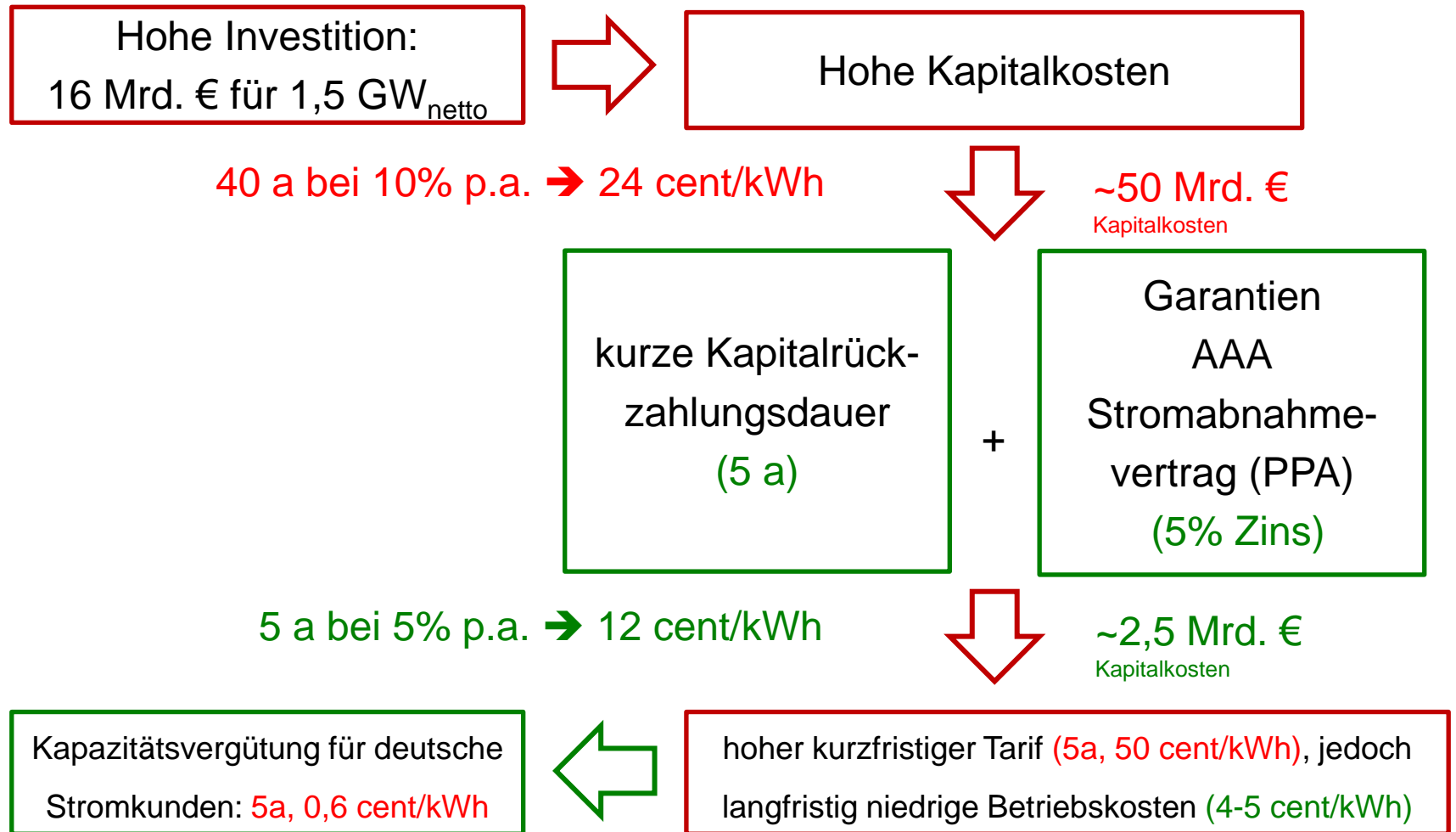
Jährliches Einkommen der betroffenen Staaten, ihren Kommunen und Landeigentümern (Anrainer) – je Variante



Zeitlimit für eine Entscheidung



Wie kann die Investition bezahlt werden, damit die Kapitalkosten gering bleiben?

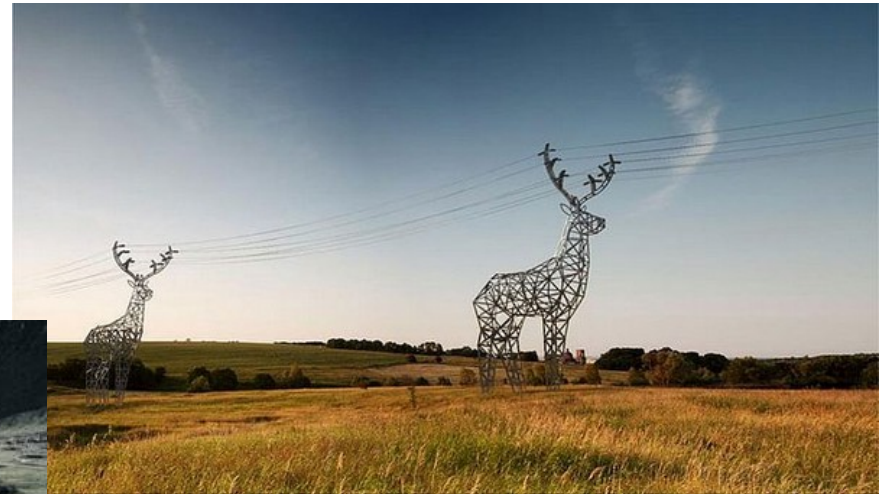


Diskontrate: 1,3% p.a.



„Wege verbinden Menschen“

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Kontakt: denis.hess@dlr.de



Quelle: <http://www.ribapylondesign.com/>